

Список использованных источников

1. Жилин А. И. Шлаковая вата. Свойства, получение и применение / А. И. Жилин, Е. К. Гаврилов. – М.: Стройиздат, 1946. – 132 с.
2. Ничипоренко С.П. Физико-химическая механика дисперсных структур в технологии строительной керамики / С.П. Ничипоренко. – Киев, «Наукова думка», 1968. – 76 с.
3. Лотош В.А. Способ и технология утилизации твердых отходов производства минеральной ваты // Известия Томского политехнического университета. 2004. Т.307. №6. С. 89-92.
4. Физико-химическая механика дисперсных минералов / Под общ. ред. Н.Н. Круглицкого. – Киев: «Наука думка», 1974. – 246 с.
5. Матюхин В.И. Выбор и обоснование технологии производства экзотермических брикетов их минераловатных отходов / В.И. Матюхин, А.В. Матюхина, С.Е. Пуненков // Труды конгресса с международным участием и элементами школы молодых ученых «Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований». – Екатеринбург: УрО РАН, 2014. С. 96-101.

УДК: 621. 784

Л. А. Зайнуллин^{1,2}, А. Ю. Епишин¹, К. И. Слюзко²

¹ ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ»), г. Екатеринбург, Россия

² ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАСЧЕТ ФУТЕРОВКИ ПЕЧИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЗАКАЛКИ И ОТПУСКА ЗАГОТОВОК КРЕПЕЖА

Аннотация

Без термообработки в работе с металлами невозможно обойтись. Оттого, насколько правильно была проведена термическая обработка, зависят качественные характеристики металлического изделия: его прочность и долговечность в службе. В настоящей работе для вновь проектируемой нагревательной печи непрерывного действия для закалки и отпуска заготовок крепежа установлено распределение температур по толщине футеровки (боковые стенки, свод, под). При этом температура наружной стенки (кожуха) не превышает предельно допустимого значения – 70 °С. Печь производительностью 85,2 кг/ч представляет собой вертикальную шахту, образованную боковыми стенками, сводом и подом. Заготовки крепежа загружаются порционно в металлические корзины, которые посредством приводного вала совершают движение в рабочем пространстве. Находясь в нижней части рабочего пространства печи, корзина заполняется заготовками крепежа с использованием загрузочного устройства периодического действия. Связанные между собой цепью такие корзины поочередно загружаются изделиями, затем движутся вверх шахты рабочего пространства и, достигнув верхней точки, далее перемещаются вниз. В конце цикла в нижней

части печи путем опрокидывания корзин совершается их быстрая разгрузка. Отопление печи осуществляется электрическими нагревателями, смонтированными по высоте рабочего пространства на двух противоположных вертикальных стенках.

Ключевые слова: термообработка, закалка, отпуск, заготовка крепежа, футеровка, распределение температур.

Abstract

Without heat treatment in working with metals it is impossible to do. Because the heat treatment was carried out correctly, the quality characteristics of a metal product depend on it: its strength and durability in service. In the present work, for the newly designed continuous heating furnace for quenching and tempering fixture blanks, the temperature distribution over the thickness of the lining (side walls, roof, under) is established. At the same time, the temperature of the outer wall (casing) does not exceed the maximum permissible value - 70 °C. Furnace with a capacity of 85.2 kg / h is a vertical shaft formed by side walls, roof and hearth. Billets fasteners are loaded in portions into metal baskets, which through the drive shaft make movement in the working space. Being in the lower part of the working space of the furnace, the basket is filled with fasteners with the use of a periodic loading device. Chained such baskets are alternately loaded with products, then they move up the working space mines and, having reached the top point, then move down. At the end of the cycle, in the lower part of the furnace, by tipping the baskets, they are quickly unloaded. The furnace is heated by electric heaters mounted at the height of the working space on two opposite vertical walls.

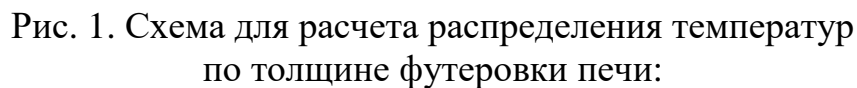
Key words: heat treatment, quenching, tempering, procurement of fasteners, lining, temperature distribution.

Термической (или тепловой) обработкой называется совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения твёрдых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счёт изменения внутреннего строения и структуры. Тепловая обработка используется либо в качестве промежуточной операции для улучшения обрабатываемости давлением, резанием, либо как окончательная операция технологического процесса, обеспечивающая заданный уровень свойств изделия [1-3].

Общая длительность нагрева металла при тепловой обработке складывается из времени собственного нагрева до заданной температуры и времени выдержки при этой температуре. Время нагрева зависит от типа печи, размеров изделий, их укладки в печи, а время выдержки зависит от скорости протекания фазовых превращений [4].

Без термообработки в работе с металлами не обойтись. Оттого насколько правильно была проведена термическая обработка зависят качественные характеристики металлического изделия: его прочность и долговечность в службе [5].

В настоящей работе необходимо для вновь проектируемой нагревательной печи непрерывного действия для закалки и отпуска заготовок крепежа установить распределение температур в футеровке (боковые стенки, свод, под). При этом температура наружной стенки (кожуха) не должна превышать предельно допустимого значения – 70 °C. Схематичное изображение печи представлено на рисунке 1.



По заданию месячная программа работы печи должна составлять 10000-150000 кг. При максимальной загрузке 150000 кг за 22 рабочих дня печь переработает 611,8 кг, что для 8 часового рабочего дня составит $G = 85,2$ кг/ч – часовая производительность печи. Заготовки крепежа имеют вес от 0,030 до 0,070 кг, и габаритные размеры от диаметра 8 мм и до диаметра 14 мм, и подвергаются тепловой обработке в присутствии защитной среды в рабочем пространстве: аргон. Данная печь имеет возможность выполнять 2 вида термической обработки: закалка (нагрев до 1100 °С), и отпуск (нагрев до 700 °С).

74

шахты рабочего пространства и, достигнув верхней точки, далее перемещаются вниз. В конце цикла в нижней части печи путем опрокидывания корзин совершается их быстрая разгрузка. Отопление печи осуществляется электрическими нагревателями (5), смонтированными по высоте рабочего пространства на двух противоположных вертикальных стенках из огнеупорного кирпича (3).

В качестве теплоизолирующего слоя свода, пода и боковых стенок выбраны плиты из силиката кальция марки ТИСК с высокими механическими и термическими свойствами (см. таблицу 1). Типичным применением изделий марки ТИСК является использование в качестве теплоизоляционного и рабочего слоя в термических печах, в качестве теплоизоляции газоходов, паропроводов, мазутопроводов, в качестве тепловой и антикоррозийной защиты поверхностей нагрева вкладышей и т.д. Материалы из силиката кальция по сравнению с традиционными теплоизоляционными материалами обладают целым рядом преимуществ: уменьшенная толщина изоляции в 1,5-2 раза, в сравнении с нормативной; долговечность теплоизоляционных скорлуп (не менее 10 лет); низкая трудоемкость монтажа; изделия марки ТИСК, обработанные водоотталкивающим покрытием, обладают высокой морозоустойчивостью, влагостойкостью, устойчивы к щелочам и всем углеводородам (в том числе маслам); возможность круглогодичного монтажа и ремонта (независимо от погодных условий); экологическая безопасность изделий.

Таблица 1

Характеристики теплоизоляционного материала из силиката кальция

Наименование материала	Температура применения, °С	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·град	Габариты, мм
Теплоизоляционные изделия из силиката кальция марки ТИСК СТО 1086672005144-056-2010	1100	250	200 °С – 0,06 400 °С – 0,08 600 °С – 0,09	1000 × 600 × 30 и др.

Металлический каркас (1) выполнен из стали толщиной 3 мм, а в сечении S3 также предусмотрена фальш стенка (4). Так как из-за использования в качестве футеровки двух боковых стенок огнеупорного кирпича, теплоизоляционный слой в сечении S3 составляет всего 100 мм, а фальш стенка создает дополнительную теплоизоляционную воздушную прослойку в 20 мм толщиной.

На рисунке 2 и 3 показаны результаты расчетов температурного поля по толщине стенки свода и пода при работе печи под закалку, когда температура в рабочем пространстве может достигать 1000 °С. Футеровка подины и свода печи в сечениях S1 и S2 практически не отличается и представлена теплоизоляционным слоем толщиной 200 мм. Незначительным отличием значений коэффициентов теплоотдачи к окружающей среде для свода и пода в расчетах можно пренебречь.

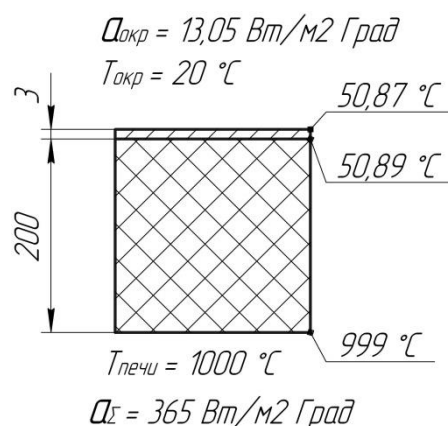


Рис. 2. Распределение температур в многослойной стенке свода печи.
Сечение S1

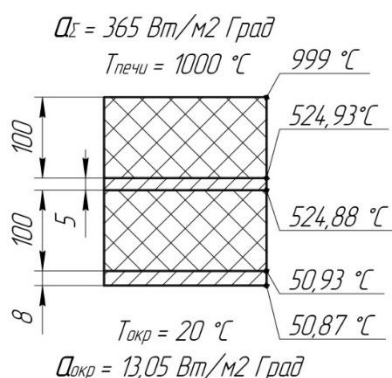


Рис. 3. Распределение температур в многослойной стенке пода печи.
Сечение S2

При использовании в качестве теплоизоляции свода/пода печи силиката кальция температура корпуса (наружной стенки) не превышает максимально допустимого значения ($70 \text{ } ^\circ\text{C}$) и составляет как для свода, так и для подины – $51 \text{ } ^\circ\text{C}$ при работе под закалку.

В сечении S3 в качестве первого огнеупорного слоя футеровки выбран шамотный кирпич шириной 114 мм, являющийся также несущей стенкой для крепления нагревательных элементов. Второй – теплоизолирующий слой, который представлен также плитами из силиката кальция, толщиной 100 мм. Далее идёт металлическая трехмиллиметровая стенка кожуха печи, а также предусмотрен воздушный зазор 20 мм между кожухом печи и металлической фальш стенкой в 1,5 мм. Результаты расчетов распределения температур в боковой стенке печи для сечения S3 показаны на рисунке 4.

В сечении S4 стенка печи представлена только теплоизоляционным слоем из силиката кальция толщиной 200 мм и металлическим кожухом – 3 мм. Результаты расчетов распределения температур по толщине стенки представлены на рисунке 5.

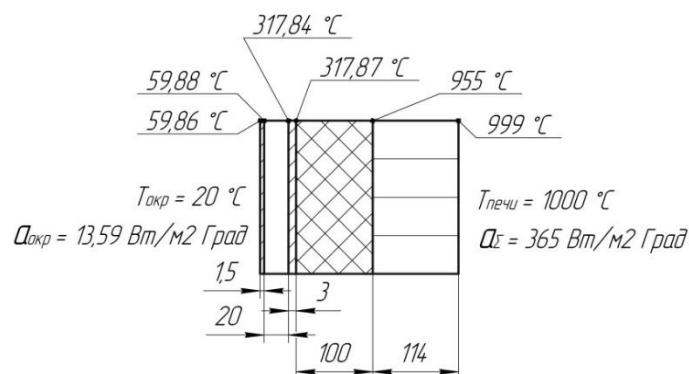


Рис. 4. Распределение температур в многослойной боковой стенке печи.
Сечение S3

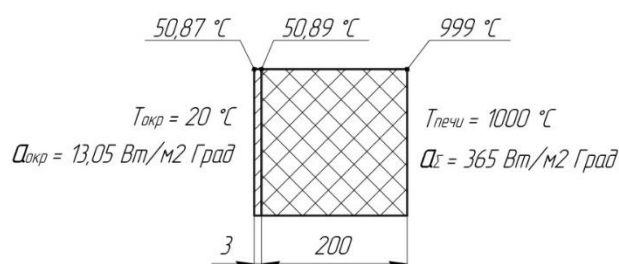


Рис. 5. Распределение температур в многослойной боковой стенке печи.
Сечение S4

Температура боковых наружных стенок печи по данным расчета составляет 51-60 °С.

Заключение. В результате расчета футеровки вновь проектируемой нагревательной печи установлено, что с учетом выбранных огнеупорных и теплоизоляционных материалов температура на корпусе печи не превысит максимально допустимого значения 70 °С.

Список использованных источников

1. Расчёты нагревательных печей / С.И. Аверин [и др.]; под ред. Н.Ю. Тайца – К.: Техніка, 1969. – 540 с.
2. Губинский В.И. Metallургические печи: Учебное пособие. – Днепропетровск: НМетАУ, 2006. – 83 с.
3. Гусовский В.Л., Ладыгичев М.Г., Усачев А.Б. Современные нагревательные и термические печи (конструкции и технические характеристики): справочник / Под.ред. А.Б. Усачева. – М.: «Теплотехник», 2007. – 656 с.
4. Кривандин В.А., Марков Б.Л. Metallургические печи. – М.: Metallургия, 1977. – 464 с.
5. Свенчанский А.Д. Электрические промышленные печи. – М.: Энергия, 1975. – 384 с.